



EESTI MAAÜLIKOOL

Tehnikainstituut

**Veiko Kruusenvald**

**KAUGKÜTTEGA KORTERMAJADE  
SOOJUSJAOTUSSÜSTEEMID**

HEAT DISTRIBUTION SYSTEMS OF APARTMENT BUILDINGS  
WITH DISTRICT HEATING

Bakalaureusetöö

Tehnika ja tehnoloogia õppekava

Juhendaja: professor Andres Annuk, *PHD*

Tartu 2019

Eesti Maaülikool		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Autor: Veiko Kruusenvald		Õppekava: Tehnika ja tehnoloogia	
Pealkiri: Kaugküttega kortermajade soojusjaotussüsteemid			
Lehekülgi: 43	Jooniseid: 26	Tabeleid: 0	Lisasid: 1
Osakond / Õppetool: Energiakasutuse õppetool			
ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: 4. Loodusteadused ja tehnika			
4.17. Energeetikaalased uuringud			
T140 Energeetika			
Juhendaja(d): professor Andres Annuk, <i>PhD</i>			
Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2019			
Käesolevas lõputöös antakse ülevaade kaugküttega kortermajade soojusjaotussüsteemide ehitusest, kirjeldatakse selle küttesüsteemiga sagedamini seonduvaid probleeme ning tuuakse välja ka lahendusi neile probleemidele.			
Märksõnad: kaugküte, keskküte, soojussõlm			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Bachelor’s Thesis	
Author: Veiko Kruusenvald		Curriculum: Engineering	
Title: Heat Distribution Systems of Apartment Buildings with District Heating			
Pages: 43	Figures: 26	Tables: 0	Appendixes: 1
Department / Chair: Chair of Energy Application Engineering Field of research and (CERC S) code: 4. Natural Sciences and Engineering 4.17. Energetic Research T140 Energy research Supervisors: Andres Annuk <i>PhD</i> Place and date: Tartu 2019			
This thesis describes the construction of heat distribution systems of district heating apartment buildings, elucidates the main problems related to such systems and gives solutions to these problems.			
Keywords: district heating, central heating, heat node			

# SISUKORD

SISUKORD.....	4
SISSEJUHATUS.....	6
1.RADIAATORKÜTE.....	8
1.1    Põhimõte.....	8
1.2    Radiaatorite tüübid .....	8
1.2.1    Malmribidest radiaatorid .....	8
1.2.2    Alumiiniumribidest radiaatorid .....	10
1.2.3    Teraspaneelradiaatorid .....	11
1.3    Radiaatorite ühendustorud.....	12
1.3.1    Keermestatavad ja keevitatavad terastorud .....	12
1.3.2    Pressitavate liitmikega terastorud.....	13
1.3.3    Mitmekihilised torud.....	14
1.3.4    Plastiktorud.....	14
1.4    Torustikul kasutatavad seadmed.....	15
1.4.1    Tasakaalustusventiilid .....	15
1.4.2    Radiaatoriventilid.....	17
1.4.3    Termostaadid .....	18
1.4.4    Radiaatori sulgventiilid .....	19
1.4.5    Automaatsed õhueraldajad .....	20
2. SOOJUSSÕLM.....	21
2.1    Soojussõlme olemus .....	21
2.2    Soojussõlmede liigid.....	22
2.2.1    Kütte sõltumatu ühendusviisiga soojussõlm .....	22
2.2.2    Kütte sõltuva ühendusviisiga soojussõlm .....	23

2.3	Soojussõlmedes kasutatavad seadmed.....	24
2.3.1	Ringluspump .....	24
2.3.2	Paisupaak.....	26
2.3.3	Kaitseklapp.....	27
2.3.4	Kütteautomaatika .....	28
2.3.5	Soojusvaheti .....	29
2.3.6	Reguleerventiilid .....	30
2.3.7	Soojusarvesti .....	31
2.4	Soojussõlme hooldus .....	33
3.	KESKÜTTESÜSTEEMIDES ESINEVAD PROBLEEMID .....	35
3.1	Korterites olevatest seadmetest põhjustatud probleemid.....	35
3.2	Magistraal- ja püstikutorudel olevatest seadmetest põhjustatud probleemid .....	36
3.3	Soojussõlmest põhjustatud probleemid .....	37
3.4	Vee kvaliteedist põhjustatud probleemid .....	38
	KOKKUVÕTE.....	40
4.	KASUTATUD KIRJANDUS .....	41
5.	LISA 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta .....	42

## SISSEJUHATUS

Käesoleva lõputöö eesmärgiks on kirjeldada kaugküttevõrkudest soojusenergiat tarvivate keskküttega kortermajade küttesüsteemide ehitust, tuua välja nendes süsteemides sagedamini esinevaid probleeme ning rääkida ka küttesüsteemiga seotud probleemide lahendamisest.

Lõputöö ülesandeks anda vastuseid küsimustele, millele tuleks radiaatorite valimisel tähelepanu pöörata ja mida hõlmab süsteemi regulaarne hooldus ning kas see on üldse vajalik, tuua reaalseid näiteid hooldatud ja hooldamata süsteemide elueast.

”Kaugküte on hoonete soojusega varustamise viis väljaspool hoonet asuvate torustike kaudu”.  
[1, lk. 2]

Kaugkütte kasutamine on kahtlemata äärmiselt mugav variant hoone kütteenergiaga varustamiseks kuna tarbija ei pea tegelema soojusenergia tootmisega ja sellega seonduvate probleemidega, jääb üle vaid sobival hulgal kaugkütte torudest soojust võtta ja see hoonesse laiali jagada. Kaugküttevõrgust tuleva soojusenergia tarbimist juhib hoones asuv soojussõlm. Soojussõlmes asuvad paljud erinevad tehnilised seadmed ja kortermajas küttega seonduvad probleemid tihti saavadki alguse soojussõlmest. Soojussõlme võib lausa nimetada hoone keskküttesüsteemi südameks, mille seisukorrast sõltub palju. Lisaks esineb probleeme ka soojuse ebaühtlase jaotumisega hoones, mis ei pruugi olla soojussõlme ja selle puuduliku seadistamise või hooldamisega seotud. Probleemid võivad alguse saada isegi juba kütteprojekti tasandilt, samuti võivad olla seotud projektile mitte vastava ehitamisega või süsteemi omavolilise ümberehitamisega.

Enamasti kasutatakse kaugküttega kortermajades radiaatorkütet, vähesel määral esineb ka põrandakütet. Muid keskkütte liike (õhkküte, aurküte) peaaegu ei esine. Õhkküte põhiküttena leiab kasutamist peamiselt tööstuslikes hoonetes, aurkütet on kasutatud samuti tööstuslikes hoonetes, sel ajal kui aurukatlad olid veel praegusest oluliselt laiemalt levinud ja neid kasutati kaugküttevõrkudesse soojusenergia tootmiseks. Praegusel ajal kasutatakse aurukatlad peamiselt sellistes ettevõtetes, kus tootmisprotsessi jaoks on auru vaja. Kuigi seal tootmise jaoks auru toodetakse, siis tootmishoone kütmiseks siiski auruküttega radiaatoreid valdavalt enam ei kasutata. Seetõttu käesolevas töös käsitletakse põhjalikumalt just vesiküttel baseeruvat radiaatorkütet. Põrandakütet kohtab mõnedes uuemates kortermajades, kuid reeglina nendeski on see pigem erandiks ja kasutatakse peamiselt väiksemate majade esimesel korrusel. Ilmselt on põhjuseks see, et põrandakütte paigaldamine on radiaatoritega võrreldes töömahukam ja

kokkuvõttes suurema maksumusega. Samuti ei ole kaugkütte korral põrandakütet vaja kasutada sellisel eesmärgil nagu soojuspumpade korral, kus soojuspumba kasutegur on kõrgem kui soojuspump annab välja võimalikult madala temperatuuriga vett. Et madalama temperatuuriga vesi suudaks hoonet piisavalt kütta, siis on vaja väga suure küttepinnaga küttekeha ja seetõttu ongi soojuspumpade korral abi põrandaküttest kuna põrandad on küttepinnaks, mida nendes olevad torud kütavad. Kaugküttevõrgust tarbitava soojusenergia eest makstakse tarbitud energiaühiku põhjal ning tarbija jaoks hind ei sõltu soojuskandja temperatuurist. Seetõttu kaugkütte korral saab soojuskandja (vee) temperatuur kõrgem olla ja küttekehad võivad olla väiksemad.

# **1.RADIAATORKÜTE**

## **1.1 Põhimõte**

Radiaatorkütte korral ringleb küttesüsteemi vesi radiaatorites, mis on harilikult paigaldatud akende alla ja katavad laiuse poolest suurema osa aknaava laiusest. Üldiselt soovitatakse juba projekteerimise käigus valida radiaatorite laiused selliselt, et võimalikult suur osa aknaavast oleks radiaatoriga kaetud kuna siis akende juurest allapoole langev jahe õhk jõuab soojeneda enne kui põranda kohale jõuab ja vähendab inimese jaoks ebameeldivalt külma tsooni akna all. Praegusel ajal on radiaatoreid võimalik osta väga paljudes erinevates mõõtudes ja seetõttu saab valida madalama kõrgusega, aga see-eest piisava laiusega variandi.

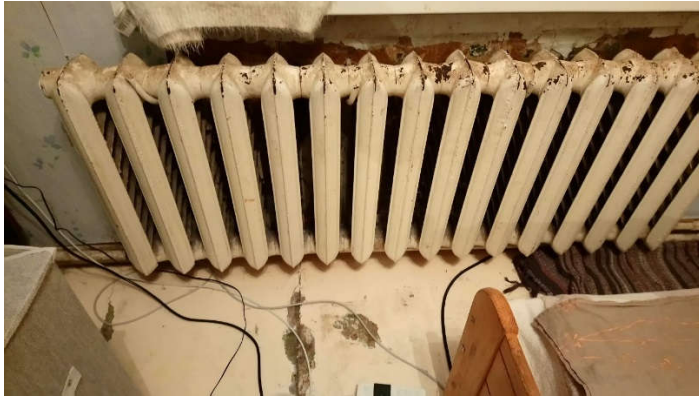
Radiaatorkütte paigaldamine on lihtne ja kiire ning soodsa maksumusega. Võrreldes põranda- või õhkküttega võib väikeseks puuduseks pidada seda, et on ruumis nähtav ja mingil määral kasutab ära ruumi pinda.

## **1.2 Radiaatorite tüübid**

### **1.2.1 Malmribidest radiaatorid**

Malmribidest valmistatud radiaatorid on enim levinud radiaatoritüüp vanemates kortermajades. Selline radiaator (Joonis 1.1) on valmistatud üsna paksust malmist ning ühendustorud paksust terasest ning nende vastupidavus korrosioonile ning ka vee erosioonile on hea ja kasutusiga pikk.





**Joonis 1.1** Vanemat tüüpi malmradiaator

Praegusel ajal töötavad veel probleemideta 60 ja enam aastat tagasi paigaldatud malmradiaatoritega süsteemid.

Malmradiaatoreid valmistatakse ja neid saab osta täna selgi päeval, veidi on muutunud nende väline ilme (Joonis 1.2).



**Joonis 1.2** Tänapäeval toodetav malmradiaator

Selliste malmradiaatorite hind on teraspaneelradiaatorite omast oluliselt kõrgem ja seetõttu paigaldatakse neid harva.

### 1.2.2 Alumiiniumribidest radiaatorid

Alumiiniumribidest radiaatoreid (Joonis 1.3) peetakse veidi esteetilisemaks kui malmribidega radiaatoreid ja tihti on korterites kapitaalremonti tehes vanade malmribide asemele pandud just need.



**Joonis 1.3** Alumiiniumribidega radiaator [2]

Mõnikord otsustatakse alumiiniumist radiaatori kasuks ka lihtsalt selle fakti põhjal, et alumiiniumi soojusjuhtivus on parem kui terasel või malmil ja arvatakse, et ehk on pärast uue radiaatoriga tuba soojem. Tegelikult see fakt iseenesest ei anna korterielaniku jaoks mingit eelist kuna see ei tähenda, et peale radiaatori vahetamist tuba varasemast soojem on, sest radiaator valitakse võimsuse järgi ja ka terasplekk- või malmribiradiaatoreid on võimalik erinevate võimsustega valida.

Kahjuks kaugküttega süsteemi puhul tekib alumiiniumradiaatorite kasutamisel väike vastuolu vee omadustega seoses. Nimelt kaugküttevett töödeldakse vastavate kemikaalidega, et muuta vett aluselisemaks (pH-d tõstetakse) kuna see on terase jaoks vähem korrosiooni tekitavam kui happeline või neutraalse happelisusega vesi. Kaugküttetrassi torud on terasest ja katlad samuti

ning kaugküttefirma on huvitatud nende võimalikult pikast elueast. Seetõttu kaugküttevõrgus on vee pH 9,5 ja üle selle [3]. Kortermajade küttesüsteemi reeglina täidetakse kaugküttetrassi veega, seega sama vesi läheb radiaatoritesse. Paraku selline vesi põhjustab alumiiniumi korrosiooni, alumiiniumi jaoks oleks parem kui pH oleks madalam. Oleks võimalik küttesüsteem täita ka madalama pH-ga veega, aga siis võiks kõik radiaatorid olla alumiiniumist ja torustik soovitatavalt mitte terasest, sealhulgas ka torustik soojussõlmes. Käesoleva töö autoril ei ole praktilist kokkupuudet vee kõrgema pH vee tõttu lekkima hakanud alumiiniumribiradiaatoritega kortermajades, küll aga hakkasid üllatavalt kiiresti (juba 1 aasta jooksul) lekkima puidukuivatis olevad alumiiniumist soojusvahetid, nendesse minevat vett töödeldi katlamajas ja pH oli tõstetud väärtuseni u. 9,5...10,0.

### 1.2.3 Teraspaneelradiaatorid

Teraspaneelradiaatorid (Joonis 1.4) on praegusel ajal enim müüdav ja paigaldatav radiaatoritüüp. Neid on saada väga erinevate pikkuste, kõrguste ja paksustega. Erinevad paksused saadakse erineva arvu veepaneelide ning nende küljes või vahel olevate konvektiivpidade ühtseks küttekehaks kombineerimisel.



**Joonis 1.4** Teraspaneel-radiaator

Levinud tootja Purmo radiaatorid võivad koosneda vaid ühest veepaneelist ilma konvektiivküttepinnata, aga võib olla ka kuni 3 veepaneeli ja nende vahel kuni 3 konvektiivpinda. [4]

Sel juhul erinevate radiaatorite puhul erineb kui suur osa soojusest antakse kiirguslikul teel ja kui palju konvektiivsel teel.

Radiaatorite toruühendused võivad olla radiaatori otstes või radiaatori all. Kortermajades on enamasti kasutusel külgühendusega radiaatorid, sest püstikutorud jooksevad akende kõrval või toa nurgas vertikaalselt ja lihtsam on torusid küljepealt ühendada. Altühendust kasutatakse siis kui torud tulevad põrandast välja radiaatori juures, sel juhul jäävad torud üsna minimaalselt nähtavale, mis esteetilise poole pealt tavaliselt ongi eesmärgiks.

Teraspaneelradiaatorite miinuseks võrreldes malmradiaatoritega on lühem eluiga kuna terase paksus on oluliselt väiksem ja korrosioon läbib terast kiiremini.

Positiivseteks omadusteks on: soodsam hind, kergem kaal, siledama pinna tõttu väliselt paremini puhastatav.

### **1.3 Radiaatorite ühendustorud**

#### **1.3.1 Keermestatavad ja keevitatavad terastorud**

Vanemates majades on kõik radiaatorite ühendustorud paksu seinaga terastorudest, mis on omavahel kokku keevitatud või on ühendamiseks kasutatud keermesliiteid. Sellised torud on kõige pikemaalisemad ja mehaaniliselt vastupidavamad. Praegusel ajal neid harilikult enam korterisiseselt ei paigaldata kuna valmis ehitatud ja sisustatud korteris keevitada ei saa ja torude keermestamine ning keermehendustega ühendamine on oluliselt rohkem aega nõudvam tegevus võrreldes alternatiividega. Sellised torud vajavad ka üle värvimist, mis veelgi lisab tööaega. Kasutatakse neid peamiselt veel keldris asuva magistraaltorustiku ehitamisel (sealgi juba pigem erandjuhtudel), magistraaltorust hargnevad püstikute torud aga pannakse juba mõnest muust materjalist.

### 1.3.2 Pressitavate liitmikega terastorud

Eestis hakkasid need laiemalt levima u. 10 aastat tagasi. Sellised torud on keevitatavatest või keermestatavatest terastorudest umbes poole õhema seinapaksusega, kergemad, odavamad ja ei vaja värvimist ning paigaldis on esteetilisem (Joonis 1.5) Torud ise on paksu seinaga terastorudest odavamad, aga pressitavad liitmikud on veidi kallimad. Eeldatavalt on nende torude eluiga lühem kui paksema seinaga nõ. traditsioonilistel terastorudel.



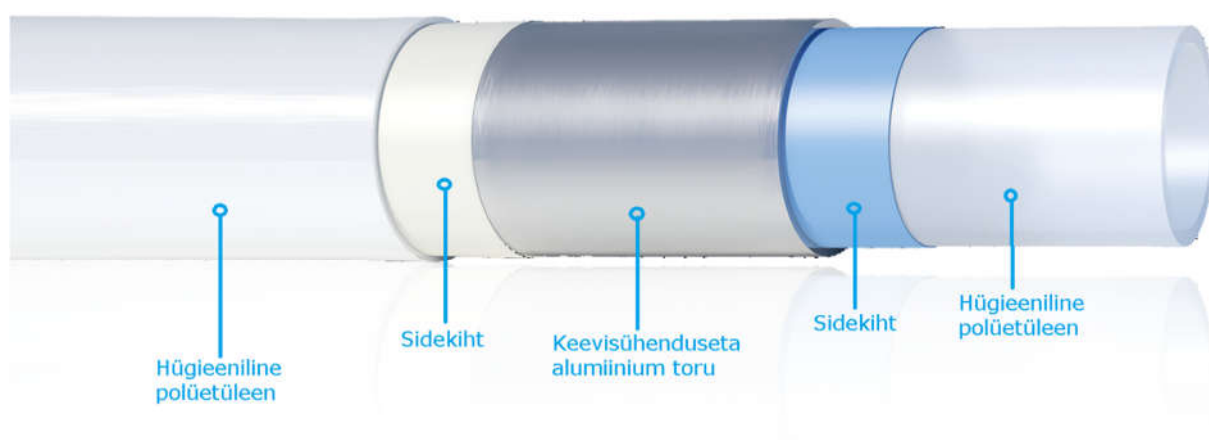
**Joonis 1.5** Pressitavate liitmikega terastorud

Paigaldamise töö aga on oluliselt lihtsam ja kiirem, mistõttu selle toruga süsteemi ehitades tuleb kogumaksumus madalam. Liitmike pressimiseks kasutatakse spetsiaalset pressi. Erinevate tootjate torude, pressliitmike ja presside puhul ei garanteerita täielikku ühilduvust, seetõttu

soovitatakse kasutada sama tootja torusid ja liitmikke ning tootja poolt ettenähtud pressi. Hetkel uute küttesüsteemide ehitamisel enim kasutatav toru.

### 1.3.3 Mitmekihilised torud

Üsna laialt kasutatakse selliseid mitmekihilisi torusid, mille sisemus ja pealmine kest on plastikust ning nende vahel on alumiiniumist kiht (Joonis 1.6).



**Joonis 1.6** Mitmekihiline toru [5]

Kuna veega kokku puutuv osa on plastikust, siis on selline toru korrosioonikindel. Paigaldamine on lihtne ja kiire, toru maksumus on madal. Puudusena võiks välja tuua toru mehaanilise tugevuse, juba kergelt vastu minnes pikem toru kõverdub ja peale astudes deformeerub. Seetõttu ei ole need torud kõige sobilikumad avatud kohtadesse, kus inimesed võivad neid teadlikult või kogemata mehaaniliselt mõjutada.

### 1.3.4 Plastiktorud

Plastiktorudest on küttesüsteemides kasutatud peamiselt polüpropüleenist torusid, mida tähistatakse lühendiga PPR (Joonis 1.7)



**Joonis 1.7** Polüpropüleenist toru [6]

Küttesüsteemis kasutatavatest torudest on PPR torudel kõige suurem joonpaisumustegur, sellega peab paigaldamisel arvestama. Toru on üsna pehme, paindub kergesti, ei ole kõige sobilikum avatud kohtadesse.

## **1.4 Torustikul kasutatavad seadmed**

### **1.4.1 Tasakaalustusventiilid**

Tasakaalustusventiile kasutatakse jaotustorustikul, nõ. püstikutel ja magistraaltorustiku harudel sel eesmärgil, et igast harust voolaks läbi ettenähtud kogus vett ajaühikus (l/h). Läbi voolava vee kogus ehk vooluhulk määratakse ära projektis. Kui tasakaalustusventiile ei ole, siis voolab suurem kogus vett läbi selle haru, millise hüdrauliline takistus on väiksem, mitte läbi selle, millest oleks suuremat läbivoolu vaja ning seetõttu hoone küte jaotub ebaühtlaselt.

Tasakaalustusventiile on olemas nii manuaalselt reguleeritavaid (Joonis 1.8) kui automaatseid.



**Joonis 1.8** Manuaalne tasakaalustusventiil

Senikaua kuni küttesüsteemis hüdraulilise takistuse muutuseid (radiaatoreid ja torusid ei vahetata, mingeid kraane vahele ei panda) ei toimu, täidavad manuaalsed tasakaalustusventiilid oma ülesannet hästi. Hüdraulilise takistuse muutumisel peaks terve maja ventiilid jälle uuesti paika reguleerima, mis on üsnagi mahukas ja kulukas töö. Automaatsed tasakaalustusventiilid (Joonis 1.9) hoiavad seadistatud vooluhulka pidevalt soovitud suuruse juure, olenemata neile mõjuvast rõhkude vahest.



**Joonis 1.9** Automaatne tasakaalustusventiil Frese Sigma Compact



Automaatsed ventiilid maksavad manuaalsetest oluliselt rohkem ja väga kehv vee kvaliteet võib põhjustada häireid ventiili töös. Enne selliste ventiilide paigaldamist on soovitatav teha küttesüsteemi läbipesu.

#### 1.4.2 Radiaatoriventilid

Radiaatoriventil paigaldatakse radiaatorisse siseneva toru peale, mõningate radiaatoritüüpide korral ka otse radiaatori külge. Ventiili küljes olev termostaat avab ja sulgeb ventiili vee läbivoolu vastavalt termostaadist seadistatud temperatuurile. Viimastel aastatel on levima hakanud nõ. dünaamilised ventiilid (Joonis 1.10), mis automaatselt hoiavad ventiilile mõjuva rõhkude vahe ja seega ka vooluhulga konstantsena.



**Joonis 1.10** Dünaamiline radiaatoriventil Danfoss RA-DV

Vooluhulk määratakse seadistusrõnga keeramisega sobiva numbri peale. Seadenumbrite ja vooluhulga vastavuse leiab toote kasutusjuhendist. Seadistatud vooluhulga hoidmine eeldab, et rõhkudevahe on teatud piirides, Danfoss RA-DV puhul 0,1-0,6 bar [7, lk 3].

Kui pump on õigesti valitud, siis vähemalt väiksemate ja keskmise suurusega (mõnikümmend korterit) kortermajade korral ventiilide juurde suuremat rõhkude vahet ei tekigi. Sellisel juhul ei ole ka vajalik tasakaalustusventiilide paigaldamine magistraaltorustiku harudele ega püstikutele, sest ventiilid hoiavad süsteemi tasakaalus (igat küttekeha läbib täpselt selline vooluhulk nagu on projektis ette nähtud).

### 1.4.3 Termostaadid

Termostaadi ülesandeks on hoida ruumi temperatuur soovitud tasemel, automaatselt avades ja sulgedes ventiili.

Levinuimad termostaadid on sellised, millel soovitud temperatuur seadistatakse paika termostaadi keeramisega sobiva numbri peale, kuid numbrid on tinglikud, ei ole märgitud °C. Selline termostaat töötab sees oleva termoelemendi soojusliku paisumise põhimõttel (Joonis 1.11), aga on olemas ka digitaalse ekraaniga termostaate, millel temperatuur (°C) seadistatakse nuppude abil.



**Joonis 1.11** Manuaalselt reguleeritav termostaat

Digitaalsed termostaadid (Joonis 1.12) võimaldavad temperatuure programmeerida ajavahemike kaupa (näit. öösel paar kraadi madalam).



**Joonis 1.12** Digitaalne termostaat

Sellised termostaadid töötavad patareidega ventiili liigutamiseks on sisse ehitatud elektriline ajam. Neil on ka nöö. avatud akna funktsioon, mis akna avamisel automaatselt sulgeb termostaadi ning seega radiaatori kütmise, et hoida ära soojuskadu avatud akna kaudu.

#### **1.4.4 Radiaatori sulgventiilid**

Radiaatori sulgventiile (Joonis 1.13) kasutades on edaspidi vajadusel lihtne iga üksikut radiaatorit süsteemist eraldada, vajadusel remontida või välja vahetada.



**Joonis 1.13** Radiaatori sulgventiil [8]

Need on lihtsa ehitusega, eespool oleva kattekorgi all asub kuuskantvõtmega keeratav ventiil.

#### 1.4.5 Automaatsed õhueraldajad

Automaatsed õhueraldajad (Joonis 1.14) lasevad välja nendesse kogunenud õhu.



**Joonis 1.14** Automaatsed õhueraldajad.

Töötavad ujuki põhimõttel ehk kui vett ei ole, siis sisemuses olev ujuk on alla vajanud ning avanud õhu jaoks väljapääsu. Kui õhueraldajasse tuleb vesi, siis vesi tõstab veest kergema ujuki ning ujukiga ühendatud klapi üles ja klapp sulgeb väljapääsu. Õhu väljumisava küljes on korgid (joonisel 1.14 vasakpoolsel must ja parempoolisel punane), mis lisaks õhutamise sulgemise funktsioonile sisadavad ka vee lekke sulgemise funktsiooni. Nimelt korkide all on väikesed rõngad, mis on valmistatud materjalist, mis märjaks saades paisuvad ja sellega lekke sulgevad. Et rõngad saaksid lekke korral oma ülesannet täita, ei tohi korke päris lahti keerata, õhueraldaja töötamiseks piisab kui korgid on avatud u. 1 pöörde võrra.

## 2. SOOJUSSÕLM

### 2.1 Soojussõlme olemus

Kaugküttega kortermajades olev soojussõlm on vajalike seadmete kogum kütte- ja sooja tarbeveesüsteemi ühendamiseks kaugküttevõrguga. Soojussõlmes toimub soojuskandjate parameetrite muutmine (reguleerimine) ja kontroll, soojuse kulu arvestus, tarbimissüsteemide täitmine soojuskandjaga jms. [9, lk 248]

Kaugküttetrassis oleva vee temperatuur ei saa sobida igal ajahetkel kõikide tarbijate jaoks kuna majad ja nende küttevajadused on erinevad, seetõttu on vaja igas majas eraldi reguleerida kütteevee temperatuuri ja ka rõhku, selle jaoks on soojussõlme paigaldatud vastavad seadmed. Samuti asub soojussõlmes soojusarvesti, mis arvestab majas tarbitud soojusenergiat ning mille põhjal toimub soojuse eest maksmine. Soojusarvesti arvestab ainult terve maja kogutarbimist (nii kütte kui soe tarbevesi, mõnes kohas ka ventilatsioon), majas olevate korterite vahel jagatakse see kulu omavahel ise ära, harilikult soojuse kulu jagatakse eluruumide pindalaga ja saadakse maksumus m<sup>2</sup> kohta. Juhul kui soojussõlmes toimub ka sooja tarbevee soojendamine, siis sooja tarbevee soojendamise kulu arvestatakse eraldi kuna harilikult selle jaoks oma soojusarvestit ei ole. Sel juhul leitakse sooja tarbevee soojendamiseks kulunud teoreetiline soojusenergia hulk vastavalt sellele kui palju sooja vett tarbiti. Ülejäänud tarbitud soojusenergia arvestatakse hoone kütmiseks kulunuks. Paljudes majades on vannitubades nn. käterätikuivatid, milles ringleb soojussõlmes kuumutatud soe tarbevesi. See vesi ka kütab vannituba aastaringselt. Sel juhul arvestatakse seda kulu eraldi.

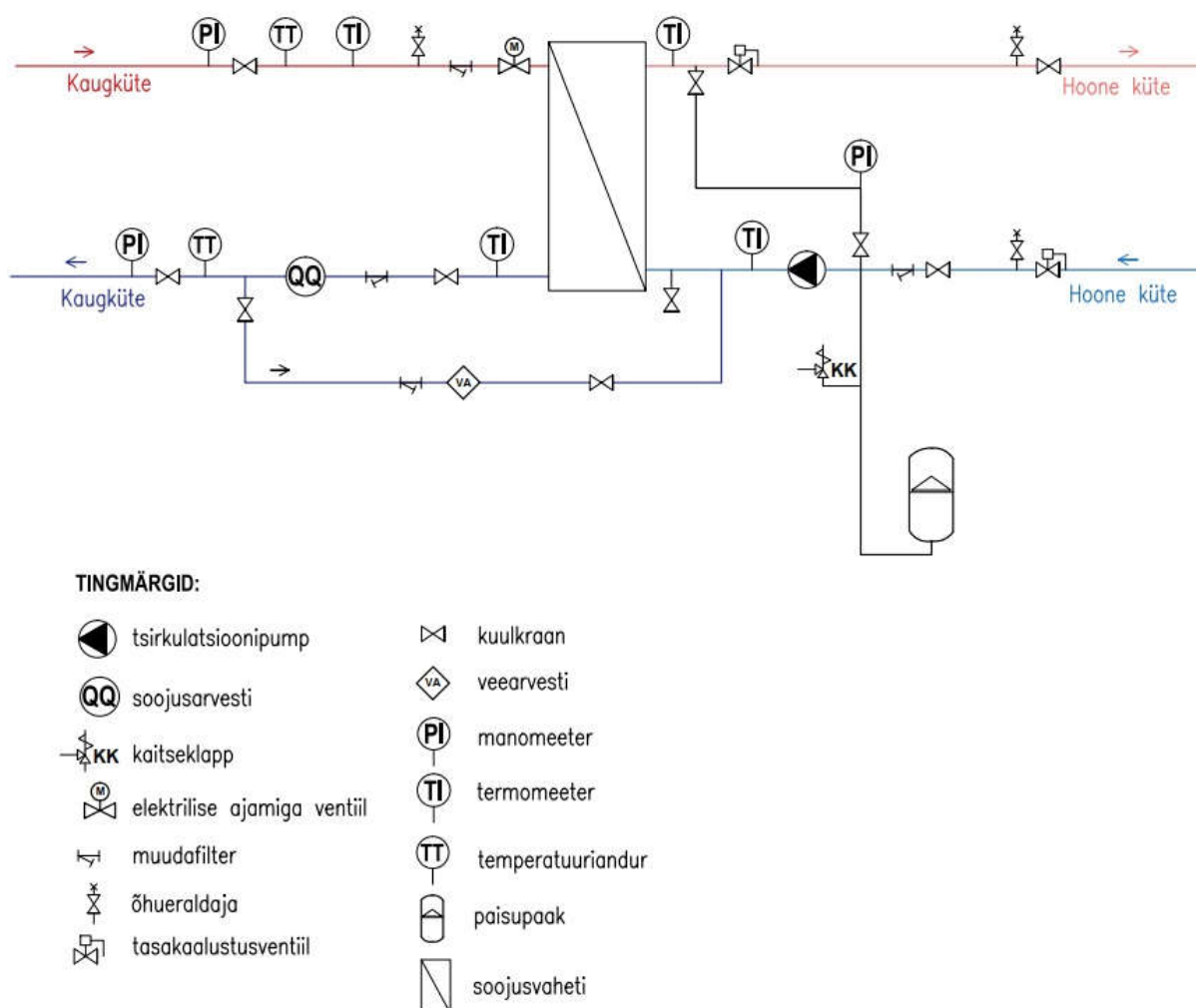
Küttekontuuri ühendusviisi põhjal eristatakse sõltumatu ja sõltuva ühendviisiga soojussõlmi. Praegusel ajal kasutatakse peamiselt sõltumatu ühendusskeemiga soojussõlmi, kus kaugküttetrassi vesi ning maja küttesüsteemis ringlev vesi on omavahel lahutatud soojusvaheti abil. See võimaldab maja süsteemis hoida kaugkütte veest erinevat rõhku ja vajadusel seda vett ka trassiveest erinevate keemiliste omadustega töödelda (PH muutmine, vees lahustunud gaaside eraldamine). Sõltuva ühendusviisi korral läheb kaugküttetrassist tulev vesi otse maja küttesüsteemi, toimub vaid temperatuuri reguleerimine. Selle süsteemi üheks negatiivseks küljeks on see, et maja küttesüsteemis toimuva lekke korral pumbatakse vett automaatselt juurde ja rõhk ei lange kuna trassis hoitakse pumpade abil stabiilset rõhku. Samuti ei ole kaugküttefirmad väga huvitatud sõltuva skeemiga soojussõlmedest kuna lekete korral on

raskem tuvastada millises majas leke on. Sõltumatu ühendusviisi korral on maja küttesüsteemi täitmise torule paigaldatud veemõõdja ja see võimaldab kergesti märgata ka väikeseid lekkeid, mida muidu on raske tuvastada. Samuti saab need veemõõdjad panna kaugloetavad, info läheb kaugküttefirmale ja lekke korral saavad nad sellest kohe teada.

## 2.2 Soojussõlmede liigid

### 2.2.1 Kütte sõltumatu ühendusviisiga soojussõlm

Kütte sõltumatu ühendusviisiga soojussõlmes (joonis 2.1) on kaugkütetrassi ja maja küttesüsteemi vesi eraldatud soojusvaheti kaudu.



**Joonis 2.1** Kütte sõltumatu ühendusviisiga soojussõlme skeem

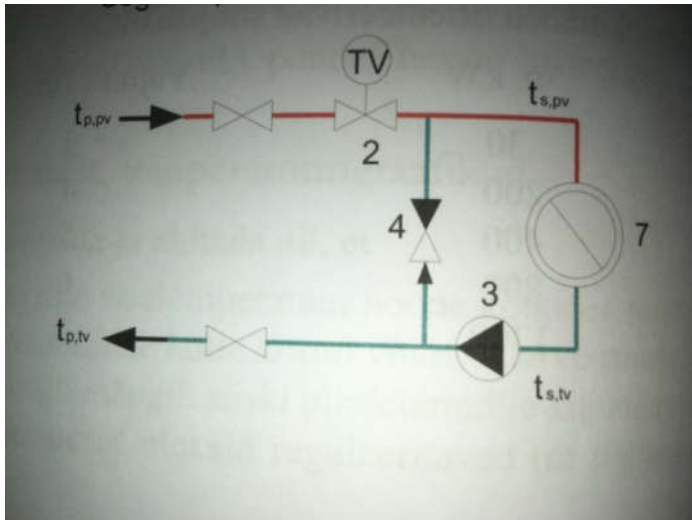
Ringluspump ajab maja küttesüsteemis vett ringi ning vesi käib läbi soojusvaheti, mille metallplaatide teisel poolel ringleb kaugküttetrassi vesi. Et küttevee temperatuur oleks igal hetkel konkreetse maja jaoks sobiv, siis toimub küttevee temperatuuri automaatne reguleerimine elektrimootoriga varustatud ventiili abil, mida juhib kütteautomaatika. See ventiil asub kaugkütte torustikul ja reguleerib kaugkütte trassivee läbivoolu soojusvahetist.

Harilikult toimub maja süsteemi veega täitmine kaugküttevõrgu veega, mille kulu arvestamiseks on täitetorustikule paigaldatud veemõõtja. Täitmine võib toimuda kas käsitsi kraani avamise teel või automaatselt kui rõhk langed allapoole seadistatud piiri, selle jaoks on olemas vastavad automaatsed ventiilid.

Rõhkude ja temperatuuride kontrollimise ning seadistamise jaoks on torustiku erinevad punktid varustatud manomeetrite ja termomeetritega. Pumpade ja soojusarvestite ette paigaldatakse mudafiltrid, mis takistavad nendesse suuremate mehaaniliste osakeste sattumise. Kuna vee maht muutub temperatuuri muutumisel, siis peab soojussõlm olema varustatud kaitseklapiga, mis ei lase vee rõhul tõusta üle lubatud piiri. Et rõhk oleks stabiilne ja kaitseklapp ei hakkaks avanema peale igat temperatuuri tõusmist, siis on soojussõlm varustatud paisupaagiga, mis temperatuuri tõusmisel võtab paisunud veekoguse enda sisse ja temperatuuri langemisel annab süsteemi tagasi.

### **2.2.2 Kütte sõltuva ühendusviisiga soojussõlm**

Sõltuva ühendusviisi korral ei ole kaugkütte trassis olev vesi ja maja küttesüsteemis ringlev vesi eraldatud, vaid kaugkütte trassist tulev vesi läheb ka maja küttesüsteemi, toimub vaid vajadusel temperatuuri alandamine (Joonis 2.2).



**Joonis 2.2** Sõltuva ühendusviisiga soojussõlm. 2- elektriajamiga reguleerventiil, 3- ringluspump, 4- tagasilöögiklapp, 7- maja küttesüsteem [9, lk 252]

Temperatuuri alandamine toimub väikese elektrimootoriga varustatud ventiili abil. Maja küttesüsteemis ajab pump vett ringi ja kui hetkel temperatuur on piisav (vastavalt kütteautomaatika seadistustele), siis ventiil on sellises asendis, et trassist kuuma vett juurde ei võeta. Kui kütteeve temperatuuri on vaja tõsta, siis ventiili pööramisega avatakse trassist tuleva vee pealevool ning see kuumem vesi seguneb majas ringleva veega ja tõstab selle temperatuuri automaatika poolt etteantud tasemele.

## 2.3 Soojussõlmedes kasutatavad seadmed

### 2.3.1 Ringluspump

Ringluspump (Joonis 2.3) valitakse piisava jõudlusega, et see suudaks igast küttekehast (radiaatorist) läbi pumbata vajaliku koguse vett.





**Joonis 2.3** Ringluspump

Kaasaegsed pumbad sisaldavad ka juhtelektroonikat, mille abil kuvatakse laialdast infot pumba töö kohta ning muudetakse seadistusi (Joonis 2.4)



**Joonis 2.4** Elektroonilise juhtimisega ringluspump

Näiteks kui radiaatoritele on paigaldatud toa temperatuuri reguleerimiseks termostaadid, siis pump suudab aru saada kui näiteks päeval päikeselise ilmaga küttevajadus väheneb ja termostaatide sulgumise tagajärjel küttesüsteemist vee läbivool väheneb. Sel juhul võtab pump kiirust automaatselt vähemaks, hoides nii kokku pumba töötamiseks kuluvat elektrienergiat kui ka vähendades riski müra tekkimiseks, mis võib tekkida kui pump töötab suure jõudlusega, aga vee läbivool on väike.

### **2.3.2 Paisupaak**

Paisupaak (Joonis 2.5) kompenseerib vee rõhu ülemäärast muutumist, mis tekib vee temperatuuri muutumisel vee paisumise ja kahanemise tõttu.



**Joonis 2.5** Paisupaak

Paisupaak peab olema valitud piisava mahuga, et vee paisumisel suurenev vee maht paaki mahutada, ilma et rõhk märgatavalt tõuseks. Paisupaak koosneb metallkestast ja selle sees olevast kummimebraanist, millest ühel pool on õhk ja teisel pool vesi. Õhu rõhu peab viima vastavusse konkreetse küttesüsteemi vee rõhuga, muidu ei pruugi paisupaak oma ülesannet korretselt täita. Kui õhu rõhk on liiga madal, siis täitub paisupaak liiga suures osas veega juba jahtunud süsteemi korral ja edasise temperatuuri tõusmise korral ei jätku vee jaoks piisavalt ruumi. Kui õhu rõhk seadistada liiga kõrgeks, siis hakkab paisupaak vee rõhku kompenseerima kõrgema rõhu juures ja rõhk võib tõusta üle lubatud piiri. Soovituslik on seadistada õhu rõhk 0,2...0,3 bar väiksemaks jahtunud vee rõhust. Sel juhul jääb ka jahtunud vee korral paisupaaki väike vee varu, mis on vajalik kuna süsteemist võib aeg-ajalt õhk kas automaatõhutajate kaudu eralduda või keegi manuaalselt laseb õhku ja ka veidi vett välja.

### 2.3.3 Kaitseklapp

Kaitseklapp (Joonis 2.6) peab küttesüsteemi kaitsema lubatust kõrgema rõhu tekkimise eest.

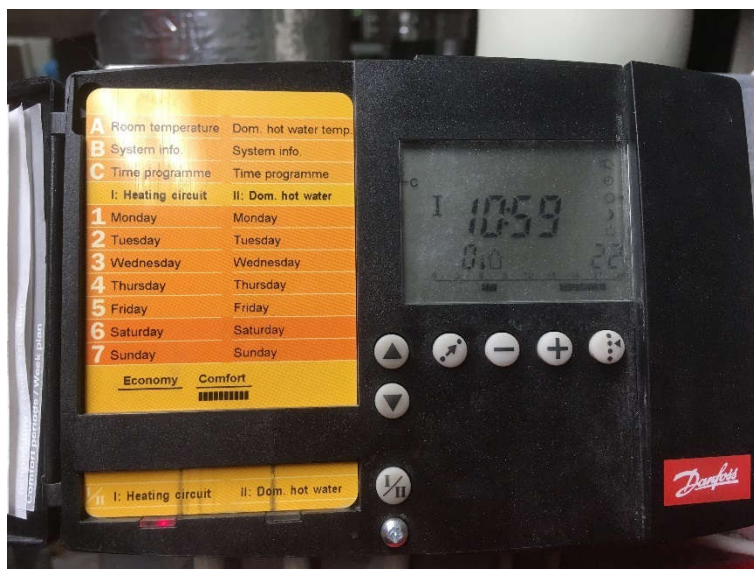


**Joonis 2.6** Kaitseklapp

Tavaolukorras ei tohiks rõhk süsteemis liiga kõrgeks tõusta, aga juhul kui paisupaagi kummimembraan puruneb ja paisupaak veega täitub, siis paisupaagi poolt rõhu kompenseerimist enam ei toimu. Samuti ei tööta paisupaak eesmärgipäraselt kui aja jooksul on paisupaagis oleva õhu rõhk väga madalaks läinud ja seda ei ole korrigeeritud.

### 2.3.4 Kütteautomaatika

Kütteautomaatika koosneb kontrollerrist (Joonis 2.7), anduritest ja täiturmootoritest.



**Joonis 2.7** Kütteautomaatika kontrollerrist

Kütteautomaatika reguleerib küttevee temperatuuri vastavalt välisõhu temperatuuri muutumisele. Lisavõimalusena on paljud automaatikalahendused võimalik varustada tuule kiirust mõõtvaga anduriga kuna välistemperatuur ei anna täit infot küttevajadusest. Samuti on võimalik külge ühendada ruumi temperatuuriandur. Sel juhul reguleerib automaatika vee temperatuuri alati sobivaks, olenemata tuulest, päikesepaistest vms. Ruumi temperatuurianduri paigaldamisega suuremates kortermajades on aga see probleem, et ei pruugi olla lihtne leida sellist tuba kuhu see paigaldada, mis oleks nõ. keskmine, mille järgi terve maja küttevee temperatuuri reguleerimine kõige paremini võiks toimida. Juhul kui radiaatoritele on paigaldatud termostaadid, siis ei ole täpse vee temperatuuri paika reguleerimine väga tähtis,

võib olla pandud väikese varuga kõrgemaks, sest kui termostaadid on õigesti välja reguleeritud, siis hoiavad need ruumi temperatuuri ühtlasena. Automaatika temperatuurigraafiku täpne paika seadistamine on väga tähtis just vanemate küttesüsteemide korral, milles ei ole radiaatoritel termostaate.

Kütteautomaatikad võimaldavad seadistada kütmist ka erinevate ajavahemike kaupa, levinuim kasutamine on selline, et ööseks seadistatakse temperatuur veidi madalamaks.

Automaatika asjatundlik kasutamine aitab ka pikendada ringluspumpade eluiga. Enamasti on neile sisse pandud selline programm, et kui perioodidel millal kütet ei vajata (suvel), lülitatakse kütterežiim välja automaatika seadistuste abil, siis lülitatakse ringluspumpa kord ööpäevas (mõnel automaatikalahendusel ka veidi pikem periood) mõneks minutiks tööle. Kui pump suvel mitu kuud seisab, siis esineb küllaltki palju juhtumeid, kus pump kiilub kinni ning sisse lülitamisel enam ei käivitu. Samuti võib kinni jääda mootori abil liigutatav reguleerventiil ja automaatika saab panna ka seda perioodiliselt liigutama.

Kortermajades küll harva, aga vahel siiski on paigaldatud sellised kütteautomaatikalahendused, mille tööd saab jälgida ja seadistada interneti kaudu ning rikete esinemisel saadetakse teavitus SMS-na eelnevalt määratud telefoninumbrile.

### **2.3.5 Soojusvaheti**

Soojusvaheti kaudu toimub soojusülekanne kaugkütte veelt maja küttesüsteemi veele. Tänapäeval kasutatakse peamiselt plaatsoojusvaheteid (Joonis 2.8). Nendes ühel pool plaate ringleb kaugkütte vesi ja teisel pool maja küttesüsteemi vesi ning soojusülekanne toimub läbi õhukese metallvaheseina, kusjuures erinevate süsteemide veed ei puutu omavahel kokku.



**Joonis 2.8** Plaatsoojusvaheti

Enamasti on plaadid omavahel kokku joodetud ja soojusvaheti ei ole lahti võetav. On olemas ka avatavad soojusvahetid, milles plaatide vahel on kummitihendid ja plaadid on poltide abil kokku pigistatud, peamiselt kohtab neid vanemates soojussõlmedes.

### **2.3.6 Reguleerventiilid**

Reguleerventiilid reguleerivad nendest läbi voolava vee hulka. Soojusvahetitega süsteemides on need paigaldatud soojusvahetisse mineva trassivee peale ning on varustatud väikese elektrimootoriga ja ülekannet sisaldava ajamiga (Joonis 2.9), mida juhib kütteautomaatika kontrollid. Sellisel juhul on see nn. 2-tee ventiili, millel on 2 toruühendust- ühest tuleb vesi sisse ja teisest läheb välja.





**Joonis 2.9** Elektrilise ajamiga varustatud reguleeriventiil

Ilma soojusvahetiteta, nn. sõltuva ühendusega soojussõlmedes kasutatakse ka 3-tee ventiile, millel on 3 toruühendust. Kui ventiil on ühes äärmises asendis, siis trassist vett ei võeta (1 ühendus on suletud) ja kahe ühenduse kaudu toimub maja küttevee ringlus. Ventiili teises lõppasendis on trassist tulev vesi avatud (kahe ühenduse kaudu) ning majasisene ringlus suletud. Vahepealses asendis on majasisene ringlus osaliselt avatud ning trassist tulev vesi osaliselt avatud.

Ventiilide valimisel nende tähtsaim näitaja on läbivool ehk Kvs-arv. Kvs-arv näitab ventiili läbilaskevõimet ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) täielikult avatud ventiili juures kui peale- ja tagasivoolu rõhkude vahe on 1 bar. Optimaalseima läbilaskevõimega ventiil leitakse arvutuste abil. Kui ventiili läbilaskevõime on vajalikust oluliselt suurem, siis ei ole ventiil suuteline väiksemaid läbivoole stabiilselt reguleerima kuna väiksemgi asendi muutumine muudab läbivoolu liiga palju. Vajalikust väiksema läbivooluga ventiil ei suuda küttesüsteemile anda ettenähtud täisvõimsust.

### **2.3.7 Soojusarvesti**

Soojusarvesti (Joonis 2.10) mõõdab majas tarbitud soojusenergiat ning selle põhjal toimub soojuse eest tasumine. Soojusarvesti arvestab tarbimist soojussõlme siseneva ning sealt kaugkütte trassi tagastuva vee temperatuuride vahet ning vee läbivoolu kiiruse põhjal.

Tarbitava võimsuse arvutamiseks saab kasutada järgnevat valemit, ilmselt soojusarvesti arvestab seda samal põhimõttel:

$$P = \Delta t_{vesi} \times v_{vesi} \times C$$

$$\Delta t_{vesi} = \text{vee temperatuuride vahe (K)}$$

$$v_{vesi} = \text{vee läbivool (l/s)}$$

$$C = \text{vee erisoojus (kJ/kg} \times \text{K)}$$

Temperatuuride mõõtmiseks on torustikule paigaldatud andurid ning läbivoolu jaoks on samuti andur. Joonisel 2.10 kujutatud soojusarvestil toimub vee läbivoolu mõõtmine ultrahelianduri abil, kuid lihtsama ehitusega ja odavamatel soojusarvestitel kasutatakse ka mehaanilist andurit, milleks on vee voolamise mõjul pöörlema hakkav tiivik.



**Joonis 2.10** Soojusarvesti

Soojusarvesti elektritoide on enamasti sisse ehitatud patarei toitele ning arvesti on plommitud. Samuti plommitakse andurite kinnituskruvid ning vee kulumõõtja kinnitusmutrid.



## 2.4 Soojussõlme hooldus

Soojussõlme perioodiline hooldamine pikendab soojussõlme seadmete kasutusiga ja vähendab avariiliste rikete tekkimise võimalust. Pidevalt ja hästi hooldatud soojussõlmed töötavad kümneid aastaid ilma suuremat remonti vajamata. Näitena võib tuua regulaarselt hooldatud soojussõlme, mis on valmistatud 25 aastat tagasi ja enamik seadmeid on need samad mis algselt paigaldati (Joonis 2.11).



**Joonis 2.11** Regulaarselt hooldatud 25 aastat vana soojussõlm

Samas on olemas ka selline näide, kus 15 aastat praktiliselt ilma hoolduseta (hooldati esimesed paar aastat) töötanud soojussõlm põhjustas tihti probleeme ning vajab nii suurt remonti, et selle remontimine ei olnud enam otstarbekas ja oli vaja osta uus soojussõlm (maksumus koos paigaldusega u. 12 000 eurot).

Hoolduse teostamise käigus hooldusspetsialist kontrollib kõiki temperatuure ning rõhkusid ning vajadusel korrigeerib neid. Harilikult kantakse need andmed soojussõlmes asuvasse hoolduspäevikusse, mille põhjal on ka kohe kohapeal lihtne märgata näitude erinevusi eelmiste kordadega võrreldes ja siis juba välja selgitada millised muutused on normaalsed ja millised võivad viidata mingitele probleemidele. Näiteks kui mudafiltri ees ja järel saab mõõta rõhku, siis saab rõhkudevahe muutumise järgi hinnata filtri ummistumist ja vajadusel filtri puhastada. Samuti saab rõhkude põhjal hinnata soojusvaheti ummistumist katlakivi ja setetega. Sellegipoolest soovitatakse soojusvaheti keemilist läbipesu teha teatud perioodilisusega juba ennetavalt, sest kui juba nähtav rõhulang tekib, võivad mõned plaatide vahed olla täielikult ummistunud ja kui ummistuse tõttu sealt läbipesul kasutatav kemikaal läbi ei käi, siis ummistust ei saa ka eemaldada. Kõige tähtsam on perioodilist läbipesu teha sooja tarbevee soojusvahetile, sest sealt voolab läbi koguaeg uus vesi ja katlakivi ning muid setteid tuleb kiiresti juurde. Küttesüsteemis ringleb sama vesi ja reeglina küttesüsteemi täidetakse kaugkkütte trassiveega, mis on katlamajas põhjalikult töödeldud ja sellest veest katlakivi ei teki. Küttesüsteemi soojusvahetitel seega katlakiviga probleeme ei ole, aga võib olla probleeme setetega (muda, magnetiit).

Kontrollitakse veel kütteautomaatika tööd ning automaatikal kuvatavate temperatuuride vastavust termomeetrite näitudega, lekete ning ebahariliku müra esinemist, soojusarvesti näitusid.

### **3. KESKÜTTESÜSTEEMIDES ESINEVAD PROBLEEMID**

Kesküttesüsteemides esineb nii väiksemaid lokaalseid (näiteks ühe radiaatoriga seotud) kui üldisemaid, tervet maja mõjutavaid probleeme. Probleemi tundemärgiks on harilikult ebaõige temperatuur, mõnes korteris (toas) on liiga palav või liiga jahe. Selle põhjused võivad olla väga erinevad ja peituda nii korterisiseses süsteemis kui ka magistraal- ja püstikutorustikus või hoopis soojussõlmes. On ka võimalik, et probleemid ühes korteris võivad põhjustada probleeme ka teistele.

#### **3.1 Korterites olevatest seadmetest põhjustatud probleemid**

Korteris asuvad radiaatorid, nende sulgventiilid, ühendustorud, termostaatventiilid ja termostaadid (vanematel süsteemidel viimased 2 võivad ka puududa).

Enamasti radiaator ise mingeid probleeme ei põhjusta, aga vahel vanades süsteemides võib see olla setetest ummistunud ja selle tagajärjel soojusväljastus oluliselt langenud. 1-torusüsteemi korral kui püstikus olevad radiaatorid on järjestikku ühendatud, mõjutab ühe radiaatori hüdraulilise takistuse suurenemine ka teisi samal püstikul asuvaid radiaatoreid. Ummistuse likvideerimiseks tehakse radiaatorile läbipesu või hoopis vahetatakse radiaator välja.

Samuti võib 1-torusüsteemis tervele püstikule probleeme põhjustada ühes korteris radiaatori vahetamine, näiteks kui vana malmradiaatori asemele pannakse teraspaneelradiaator, mille sisemised kanalid ja hüdrauliline takistus on suurem. Kaudselt mõjutab see tervet maja, sest kui majas mõnel püstikul asuvad radiaatorid jäävad jahedamaks, siis on vaja küttevee temperatuuri tõsta, et nendel püstikutel olevad mõned korterid liiga külmaks ei jääks. Selle tagajärjel teistes korterites temperatuur tõuseb ja kokkuvõttes tõuseb ka küttekulu. See kehtib süsteemi kohta, kus puuduvad tasakaalustusventiilid ja radiaatoritel termostaatventiilid, paraku paljudes vanemates kortermajades need puuduvad. Näitena saab mainida Pärnumaal asuvat kortermaja, kus selle jaoks, et mõnes üksikus korteris hoida minimaalselt vajalikku temperatuuri (u. 18°C), oli küttevee temperatuur selline, et enamikes teistes korterites oli tubades 25-28°C. Sellega seondult olid terve maja küttearved väga suured. Suurema takistusega radiaatori paigaldamisega tekkiv probleem on eriti märgatav siis kui see radiaator asub nõ. tõusval püstikul ehk sinna radiaatori alumisse ossa tuleb vesi sisse alumisest korterist ja edasi läheb

radiaatori ülemisest osast ülemisele korrusele. Kuna jahtunud vesi on veidi suurema tihedusega ja tahaks pigem allapoole liikuda, siis tekitab see soovitud liikumisele väikese vastujõu. Loomulikult esineb sama efekt ka tõusval püstikul olevate malmradiaatorite puhul, aga millegipärast ilmneb reaalne probleem just teraspaneelradiaatoritega. Arvatavasti on see põhjustatud teraspaneelradiaatoris olevatest kitsamatest (suurema takistusega) kanalitest. Olukord paraneb kui sellisele tõusval püstikul olevale radiaatorile ühendatakse torud teistpidi, et vesi saaks nõ. loomulikus suunas liikuda: alt sisse tulev toru radiaatori ülemise ühenduse külge ning radiaatorist ülemisele korrusele minev toru radiaatori alumise ühenduse külge.

Radiaatoritest sagedamini põhjustavad probleeme termostaatventiilid, mille liikuvad osad võivad kinni kiiluda. Kõige suurem tõenäosus selle tekkimiseks on suvisel ajal kui kütte on välja lülitatud ja ventiilid seisavad pikka aega suletud asendis. Kinni kiilumise ohtu peaks olulisel vähendama termostaadi regulaarne keeramine (ka suvel vahel keerata kinni ja lahti), samuti mõjutab seda ka süsteemis ringleva vee kvaliteet.

### **3.2 Magistraal- ja püstikutorudel olevatest seadmetest põhjustatud probleemid**

Magistraal- ja püstikutorustikul olevatest seadmetest võivad probleeme põhjustada tasakaalustusventiilid (samuti ka nende puudumine). Tasakaalustusventiilid võivad kas lihtsalt vajada seadistamist kui üldises süsteemis on tehtud mingeid muutuseid (radiaatoreid, torusid vahetatud) või on ventiili sisemusse sattunud vee voolamist takistav sodi. Viimasel juhul on abi ventiili täielikult avamisest ja uuesti soovitud asendisse keeramisest. Automaatse tasakaalustusventiili korral võib peenike vees hõljuv sade settida ventiili liikuvate osade peale ja takistada ventiili õiget töötamist. Kui süsteemis on mehaanilist sodi palju, tasuks teha süsteemi läbipesu ja pärast uue veega täita.

Kui tasakaalustusventiilid puuduvad, siis suurema hüdraulilise takistusega lõikudes on vee ringlemine aeglasem ja seal paiknevad radiaatorid võivad jahedamaks jääda. Sel juhul tuleks tasakaalustusventiilid paigaldada ning õigesti seadistada.

### 3.3 Soojussõlmest põhjustatud probleemid

Soojussõlmest põhjustatud probleemid võivad olla tekkinud juhuslikust seadmete rikkest, aga ka lihtsalt puudulikult hooldamisest ja seadistamisest. Näiteks kui süsteemis ei ole automaatset täiteventiili ja küttesüsteemi täidetakse käsitsi kraani avamisega, siis aja jooksul võib rõhk langeda. Kui rõhk langeb nii madalaks, et mingis süsteemi osas tekib alarõhk, siis automaatõhutajad hakkavad õhku süsteemi sisse laskma ja õhu tõttu vee ringlus katkeb. Näiteks kui keldris asuvas soojussõlmes on rõhk 1,0 bar, siis 5. korrusel asuva automaatõhutaja juures on juba alarõhk. Sel juhul 1-torusüsteemi korral võib terve maja külmaks jääda, 2-torusüsteemi korral algul ainult ülemise korruse korterid.

Kütteaumatika küll reguleerib kütteeve temperatuuri vastavalt välistemperatuurile, aga kui ruumi temperatuuriandurit ei ole või radiaatoritel ei ole termostaate, siis tuleb automaatika väga täpselt paika seadistada ja seda ei saa teha ühe korraga, vaid on vaja ära näha mis toimub toatemperatuuriga erinevate välistemperatuuride juures, siis reguleerida, uuesti jälgida ning vajadusel veel reguleerida jne. Kui automaatika ei ole korralikult väja reguleeritud, siis juhtub tihti, et tubades läheb kas liiga külmaks või palavaks. Viimane variant põhjustab ka suuri küttearveid.

Puuduliku hooldamise tõttu põhjustatud seadme riknemise kohta parim näide on paisupaagi ja ka kaitseklapi rike. Kui paisupaagis aja jooksul õhu rõhk langeb ja seda ei kontrollita ning ei korrigeerita siis paak täitub järjest rohkem veega ja juba jaheda vee korral on paak enamuses veega täitunud ning vee kõrgema temperatuuri korral vee paisumiseks piisavalt ruumi ei jää. Seetõttu vee rõhk hakkab tõusma ja ühel hetkel võib rõhk minna nii kõrgeks, et avaneb kaitseklapp. Käesoleva töö autori praktilise kogemuse põhjal võib öelda, et vanemad ja ka kehvema kvaliteediga kaitseklapid tihti kannatavadki ainult ühekordset töötamist, pärast enam täielikult ei sulgu ja jäävad tilkuma ning vajavad välja vahetamist. Kui paisupaak on õhust väga tühi, siis vee rõhk rebib paagis oleva kummist membraani lahti ja paisupaak lakkab töötamast ning vajab välja vahetamist.

Puuduliku perioodilise hooldamise tõttu võivad ummistuda ringluspumpade ees olevad filtrid (Joonis 3.1) ning hakata vee läbivoolu takistama.

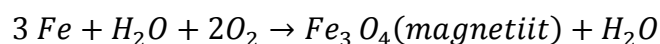


**Joonis 3.1** Ummistunud filter

Pumbad võivad rikneda (mehaanilised osad kinni kiiluda) kui kütte välja lülitamisel jäetakse kasutamata kütteautomaatikas olev võimalus pumpa automaatselt suvel perioodiliselt lühiajaliselt sisse lülitada ja selle asemel pump lülitatakse välja ignoreerides kaitseautomaatikat. Samal põhjusel võivad suvel kinni kiiluda reguleeriviinid, mida samuti automaatika võimaldaks perioodiliselt liigutada.

### 3.4 Vee kvaliteedist põhjustatud probleemid

Süsteemi täitevees paratamatult on hapnikku ja seda satub sinna ka edaspidi peale esmast täitmist. Automaatõhutajad ei suuda eralda vees lahustunud ega vees mikromullidena ringlevat hapnikku. Hapniku ja musta metalli (teras, malm) kokkupuutel tekib vette musta värvi sade, mis halvendab küttekehade jasoojusvahetite soojusjuhtivust. See sade on magnetiit ja selle tekkimist kirjeldab järgnev keemiline reaktsioon:



Setted kogunevad süsteemis kõige rohkem allapoole ning soojussõlm ja selles asuv soojusvaheti on harilikult küttesüsteemi kõige madalamal asuv punkt. Kõige efektiivsem meetod magnetiidi tekkimise vältimiseks oleks degasaatori kasutamine.

Enamasti kaugkütet tarbivate kortermajade küttesüsteemi täidetakse kaugküttevõrgu veega. Sel juhul probleeme katlakiviga ei ole, sest kaugküttevõrkudes on vesi pehmendatud ehk katlakivi

tekitavad soolad on veest eemaldatud. Praktikas isegi sel juhul kui maja küttesüsteem on kinnine ja täitmine toimub tarbeveega, vee pehmendamist vajalikuks ei peeta, sest vesi ei vahetu süsteemis sellisel hulgal, et katlakivi võiks probleeme põhjustada.

## KOKKUVÕTE

Käesolev lõputöö andis ülevaate kaugküttega kortermajade soojusjaotussüsteemide üldisest ehitusest, rääkides millised on erinevad radiaatorite erinevad tüübid ning milliseid on neist enimkasutatavad ja tuues ka välja põhjendusi erinevate tüüpide eelistamiseks või mitte eelistamiseks. Saime teada, et lisaks soovitud esteetilisusele peab valimisel lähtuma ka vee keemilistest omadustest ning selle sobivusest süsteemi muude osade materjaliga. Samuti käsitleti erinevat tüüpi ühendustorusid ning põhilisemaid torustikul kasutatavaid seadmeid. Torude valimisel saab jällegi lähtuda ka soovitud esteetilisest poolest, aga veelgi olulisem on arvesse võtta torude paigaldamise asukohta. Näiteks lagede peale ja seintesse kipsplaadi taha paigaldades saab kasutada pehmemast materjalist ja odavamaid torusid, aga kui torud jäävad kõrvalistele isikutele kergesti ligipääsetavasse kohta, oleks soovituslik kasutada mehaaniliselt vastupidavamast materjalist torusid.

Ilmnes, et kortermajades olevate keskküttesüsteemide ümber ehitamisse peaks suhtuma äärmiselt ettevaatlikult ja mitte lubama seda teha igal korteriomanikul omavoliliselt kuna muudatused süsteemi ühes punktis võivad hiljem mõjutada paljusid teisi kortereid või halvemal juhul ka tervet maja, põhjustades suuri küttearveid.

Lõputöös käsitleti ka hoone keskküttesüsteemi südameks oleva soojussõlme ehitust ning perioodilise hooldamise vajadust. Kokkuvõttes võib öelda, et soojussõlmes on mitmeid tehnilisi seadmeid, mida on vaja regulaarselt põhjalikult kontrollida ja läbi viia erinevaid hooldustoiminguid, mis pikendavad süsteemi eluiga ning vähendavad mitmete ootamatute probleemide tekkimise võimalust.



## 4. KASUTATUD KIRJANDUS

1. Eesti Jõujaamade ja Kaugkütte Ühing „Kaugkütte teatmik“. Kättesaadav: [http://www.eph.ee/images/docs/Kaugkutte\\_teatmik\\_EJKU\\_2013.pdf](http://www.eph.ee/images/docs/Kaugkutte_teatmik_EJKU_2013.pdf) (20.02.2019)
2. Toru-Jüri OÜ. Kättesaadav: <https://torujyri.ee/et/aluminium-radiators/498-aluminium-radiator-500mm.html> (20.02.2019)
3. AS Postimees Grupp „Leke kaugküttetorustikus tekitab reostushirmu“. Kättesaadav: <https://parnu.postimees.ee/3981655/leke-kaugkuttetorustikus-tekitab-reostushirmu> (20.02.2019)
4. Rettig Radiaator AS „Purmo tehniline kataloog“. Kättesaadav: [https://www.purmo.com/docs/PURMO\\_Technicalbrochure\\_2008\\_EE\\_web.pdf](https://www.purmo.com/docs/PURMO_Technicalbrochure_2008_EE_web.pdf) (20.02.2019)
5. AS Hals Trading – T „Innovaatiline UniPipe PLUS toru“. Kättesaadav: <http://www.hals.ee/trading-t/uudised/innovaatiline-unipipe-plus-toru/> (20.02.2019)
6. BNP Media „The Advantages of Polypropylene Piping for HVAC Applications“. Kättesaadav: <https://www.achrnews.com/articles/118940-the-advantages-of-polypropylene-piping-for-hvac-applications> (20.02.2019)
7. DANFOSS AS „Tehniline andmeleht“. Kättesaadav: [http://www.heating.danfoss.com/PCMPDF/RA-DV\\_VDGWJ426.pdf](http://www.heating.danfoss.com/PCMPDF/RA-DV_VDGWJ426.pdf) (20.02.2019)
8. Kättesaadav: <https://www.k-rauta.ee/p/radiaatori-sulgventiil-danfoss-rlv-s-15-003l0124/2vmt> (20.02.2019)
9. T-A.Kõiv, A.Rant „Hoonete Küte“. 404 lk. TTÜ Kirjastus, 2013

**5. LISA 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, Veiko Kruusenvald,

sünniaeg 10.01.1978,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö  
KAUGKÜTTEGA KORTERMAJADE SOOJUSJAOTUSSÜSTEEMID,

mille juhendaja on professor Andres Annuk, *PhD*,

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor \_\_\_\_\_

(allkiri)

Tartu, \_\_\_\_\_

(kuupäev)

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

---

(juhendaja nimi ja allkiri)	(kuupäev)
-----------------------------	-----------

---

(juhendaja nimi ja allkiri)	(kuupäev)
-----------------------------	-----------